

· 技术创新 ·

# 导航下经皮空心螺钉固定 Day II 型骨盆骨折脱位<sup>△</sup>

裴璇<sup>1,2</sup>, 钱胜龙<sup>1</sup>, 周唯<sup>1,2</sup>, 李喆君<sup>1</sup>, 汪国栋<sup>1</sup>, 蔡贤华<sup>1</sup>, 刘曦明<sup>1\*</sup>

(1. 解放军中部战区总医院骨科, 湖北武汉 430070; 2. 武汉科技大学医学院, 湖北武汉 430081)

**摘要:** [目的] 介绍导航下经皮空心螺钉治疗 Day II 型骨盆新月形骨折脱位 (crescent fracture dislocation of pelvis, CFDP) 的手术技术和初步临床效果。[方法] 2015 年 1 月—2021 年 12 月对 23 例 Day II 型 CFDP 患者采用上述手术方法治疗。术前采用 Mimics 17.0 软件规划螺钉固定方式。术中采用骨科 3D 导航, 安装示踪器后以患侧骶髂关节为中心完成导航的注册, 获得新月形骨折线通过骶髂关节的相对位置。先在导航下将骶髂螺钉于新月形骨折前方固定骶髂关节, 后于导航“泪滴”位下置入 LC-II 螺钉。再以 CLIC 点为进针点与 LC-II 螺钉平行钻入第 2 枚螺钉。[结果] 23 例患者顺利完成手术, 无神经、血管损伤等并发症。LC-II 螺钉置入时间平均 (2.3±0.3) min。术后 6 个月 Majeed 功能评分较术前显著增加 [(87.3±1.6) vs (18.5±1.1),  $P<0.05$ ]。影像方面, 根据 Gras 分类螺钉安全置钉率为 95.6% (22/23); 根据 Matta 影像学标准骨折复位优良率为 91.3% (21/23)。[结论] 导航下经皮空心螺钉治疗 Day II 型 CFDP 具有放射损害低、置钉精准、骨折复位满意及功能恢复良好等优点。

**关键词:** 骨盆, 骨折内固定术, 外科导航系统

**中图分类号:** R681.57      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2023) 18-1709-04

**Percutaneous cannulated screws for Day type II crescent fracture and dislocation of pelvis under navigation // PEI Xuan<sup>1,2</sup>, QIAN Sheng-long<sup>1</sup>, ZHOU Wei<sup>1,2</sup>, LI Zhe-jun<sup>1</sup>, WANG Guo-dong<sup>1</sup>, CAI Xian-hua<sup>1</sup>, LIU Xi-ming<sup>1</sup>. 1. Department of Orthopedics, General Hospital, Central Theater Command of PLA, Wuhan 430070, China; 2. School of Medicine, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430081, China**

**Abstract:** [Objective] To introduce the surgical technique and preliminary clinical results of percutaneous cannulated screws under navigation for Day type II crescent fracture dislocation of the pelvis (CFDP). [Methods] From January 2015 to December 2018, 23 patients received abovesaid surgical treatment for Day type II CFDP. As Mimics 17.0 software was used to plan screws fixation before operation, an orthopedic 3D navigation was used during the operation. After the screw track was determined, the registration of navigation was completed centering on the sacroiliac joint of the affected side to obtain the relative position of the crescent fracture line passing through the sacroiliac joint. Under navigation, sacroiliac screws were used to fix the sacroiliac joint in front of the crescent fracture, and then LC-II screws were placed under the navigation posterior to the "teardrop". Subsequently, the CLIC point was used as the entering point to place the second screw parallel to the LC-II screw. [Results] All the 23 patients had operation performed successfully without complications such as neurovascular injury. The time for LC-II screw placement ranged from 1.8 min to 3.0 min with an average of (2.3±0.3) min. The Majeed functional score significantly increased 6 months postoperatively compared with that preoperatively [(87.3±1.6) vs (18.5±1.1),  $P<0.05$ ]. According to Gras classification, the safe screw placement rate was of 95.6% (22/23). In addition, the excellent and good rate of fracture reduction was 91.3% (21/23) based on Matta's imaging criteria. [Conclusion] This percutaneous cannulated screw under navigation for Day type II CFDP has the advantages of low radiation exposure, accurate screw placement, satisfactory fracture reduction, and good functional recovery.

**Key words:** pelvis, internal fracture fixation, surgical navigation system

骨盆新月形骨折脱位 (crescent fracture dislocation of pelvis, CFDP) 是侧方挤压 II 型中典型后环损伤, 其特点为骶髂关节处髂骨发生骨折, 同时伴有骶髂关节后脱位<sup>[1]</sup>。Day II 型 CFDP 的发病率占 CFDP

的 46.6~47%<sup>[1, 2]</sup>。早期多采用切开复位内固定<sup>[3, 4]</sup>。而开放手术存在软组织剥离范围广、出血及并发症多等缺点<sup>[5]</sup>。随着骨盆微创技术的发展, 目前多数学者支持采用经皮空心螺钉治疗 Day II 型 CFDP<sup>[6-9]</sup>。由

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.18.14

△基金项目: 卫勤保障能力创新与生成专项项目 (编号: 20WQ034); 2021 年度湖北省卫健委首届转化医学项目 (编号: WJ2021ZH0010)

作者简介: 裴璇, 研究生在读, 研究方向: 创伤骨折, (电话) 15595940613, (电子信箱) gkpuan@163.com

\* 通信作者: 刘曦明, (电话) 027-50772525, (电子信箱) gklxm@163.com

于 Day II 型 CFDP 同时伴有髌骨骨折及髌髌关节脱位,术中需同时固定髌髌关节及髌骨。C形臂 X 线机透视下髌髌螺钉、LC-II 螺钉及髌骨后螺钉置入需要反复透视以确保置钉的安全性,此过程中给患者及医务人员带来大剂量 X 线辐射,并可能出现置钉错位及损伤神经血管、内脏等并发症<sup>[9, 10]</sup>。为提高置钉的精准度、减少手术时间及并发症,导航作为一种微创、智能化的辅助技术被广泛应用于骨科手术<sup>[11, 12]</sup>。本科 2015 年 1 月—2021 年 12 月采用导航下经皮空心螺钉治疗 Day II 型 CFDP 23 例,现将手术技术和初步临床效果报道如下。

## 1 手术技术

### 1.1 术前准备

患者入院后,待生命体征平稳后行骨盆 X 线片、CT 平扫及三维重建,了解损伤情况(图 1a, 1b)。对于后环纵向移位明显的患者,入院后予以患侧股骨髁上牵引(合并同侧股骨骨折者改行胫骨结节牵引),牵引持续至手术当天。牵引重量 6~9 kg。将患者术前骨盆 CT 扫描的 DICOM 数据(德国西门子 64 排螺旋 CT,层厚 1 mm)导入 Mimics 17.0 软件(比利时 Materialise 公司),重建 Day II 型 CFDP 模型,模拟螺钉的置入点及置钉方向,避免螺钉穿出骨皮质的同时达到最佳的固定效果。根据新月形骨折线位置,可采用(1~2 枚)LC-II 螺钉或髌骨后螺钉(呈“八”字形)固定新月形骨折块(图 1c)。

### 1.2 麻醉与体位

采用全麻复合神经阻滞麻醉,患者取仰卧位。

### 1.3 手术操作

牵引后摄骨盆正位 X 线片确认髌髌关节复位效果,对因侧方压缩力导致的髌骨内旋,骨折近端向外侧移位,可以通过局部推压髌骨或经小切口顶棒加压来纠正移位。也可经髌髌置入 4.0 mm Schanz 钉外旋的髌骨进行复位,外旋、外展髌髌关节也能起到近似外旋的作用<sup>[10]</sup>。术中经闭合手法复位或器械辅助复位满意者,方可行后续操作。采用 3D 导航下经皮髌髌螺钉联合(1~2 枚)LC-II 螺钉或髌骨后螺钉(呈“八”字形)固定。先固定髌髌关节,再固定新月形骨折块。在对侧髌后上棘固定示踪器,注册并校准导航探针及套筒。对患侧髌髌关节进行扫描并进行三维模型重建。取髌前上棘、髌后上棘连线的中后 1/3 区域为进针点,在导航设备的指导下通过反复调整进针点及进针方向(图 1d),待观察到模拟的克氏针穿

过髌骨与 S<sub>1</sub> 椎体,且避开骶孔与骶管后,即可钻入克氏针,测深后拧入 1 枚 6.5 mm 空心螺钉。以髌后上棘为进针点,可适度调整进针点的位置使导针垂直于骨折线,当导航屏幕中冠状位图像下导针位于“泪滴”中点、水平位导针位于髌骨内外侧皮质中间、矢状位导针位于坐骨大切迹上方时,向髌前下棘进针钻入适当长度的导针。再以 CLIC 点(从髌趾隆起上缘到耳状面前缘最近点画一直线至髌髌后部,此线与后髌髌的交叉点称为 CLIC 点)为进针点<sup>[9]</sup>,同样根据骨折线的位置上下适当调整进针点位置,与第 1 根导针平行或(呈“八”字)钻入第 2 枚导针,拧入合适长度的 6.5 mm 空心螺钉(图 1e, 1f)。所有器械均来自常州华森医疗器械有限公司。

### 1.4 术后处理

术后予以抗生素预防感染,肝素抗凝防止下肢深静脉血栓形成;术后第 2 d 予切口换药,行影像学复查,包括骨盆 X 线片和 CT 三维重建。术后待患者疼痛减退后,根据全身情况进行不同程度的髌髌关节、膝关节和踝关节主动/被动活动功能锻炼。术后嘱患者定期门诊复查,根据复查情况决定患者开始下地负重的时间。

## 2 临床资料

### 2.1 一般资料

本研究共纳入 23 位患者,其中男 16 例,女 7 例;年龄 23~73 岁,平均(53.4±11.1)岁。根据 Tile 分型:B2 型 7 例,B3 型 8 例,C1 型 4 例,C2 型 1 例,C3 型 3 例。本研究通过医院伦理委员会批准备案,所有患者及家属均签署知情同意书。

### 2.2 初步结果

所有患者均顺利完成手术,术中无神经、血管损伤等并发症。23 例患者在 3D 导航下置入 LC-II 螺钉 26 枚,髌骨后螺钉 9 枚,髌髌螺钉 24 枚,前柱螺钉或耻骨上支螺钉 10 枚。LC-II 螺钉置入时间平均(2.3±0.3) min,手术时间平均为(25.7±2.9) min,术中透视时间平均(1.6±0.4) min。

患者均获 8~18 个月随访。Majeed 功能评分由术前平均(18.5±1.1)分显著增加至术后 6 个月的(87.3±1.6)分( $P<0.01$ );其中优良率为 95.6%(22/23)。

影像检查根据 Gras 分类,安全置钉率为 95.6%(22/23)。Matta 影像学标准:其优良率为 91.3%(21/23)。末次随访时,1 枚髌骨后螺钉穿出骨内侧皮质,1 枚髌髌螺钉出现松动。典型影像见图 1g, 1h。



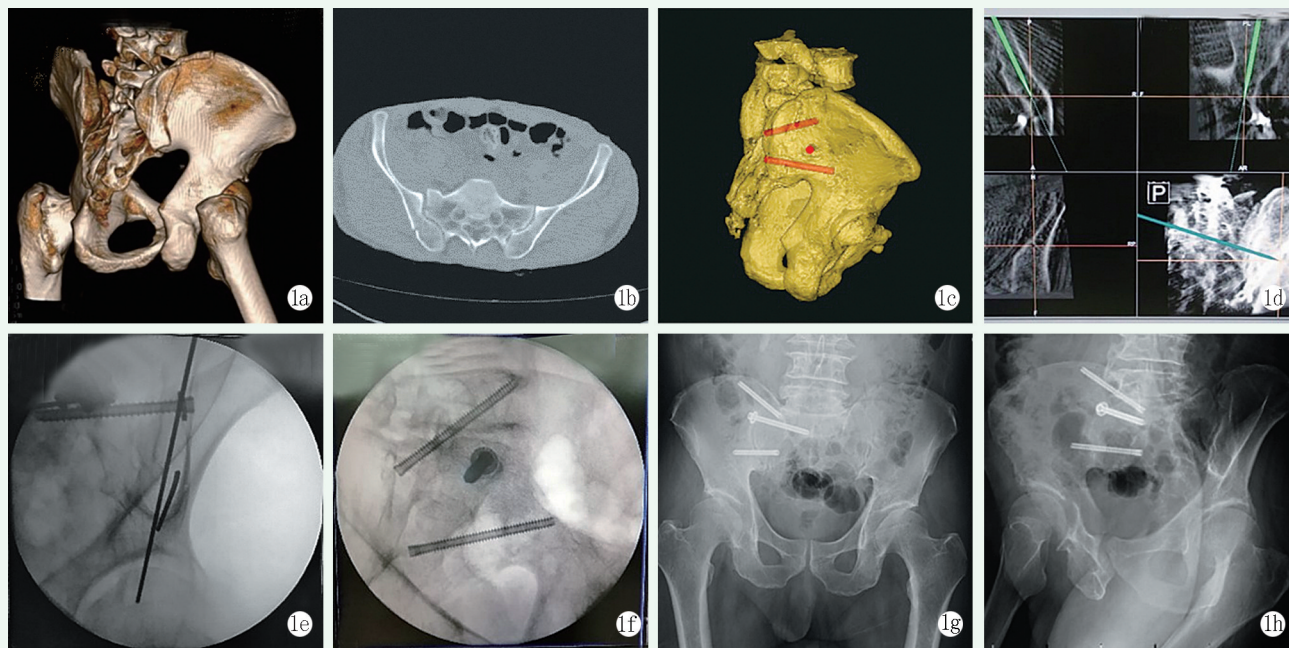


图 1 患者,男,51 岁,右侧 Day II 型骨盆新月形骨折脱位。1a, 1b: 术前 CT 三维重建及轴位 CT 平扫示新月形骨折块大小及骨折线位置; 1c: 术前通过 Mimics 17.0 软件规划示螺钉置入点及螺钉方向; 1d: 术中导航图像示 LC-II 螺钉于“泪滴”位置置入; 1e, 1f: 术中透视示骶髂螺钉、LC-II 螺钉及髂骨后螺钉位置、长度合适; 1g, 1h: 末次随访骨盆正位及髂骨斜位 X 线片示骨折断端愈合良好,未出现明显螺钉松动。

### 3 讨论

近些年随着对 CFDP 认识加深及微创内固定技术发展,大多数学者支持经皮空心螺钉内固定治疗 Day II 型 CFDP,其具有其创伤小、操作方便及固定牢靠等优点<sup>[9, 13]</sup>。Cai 等<sup>[14]</sup>通过对 5 种内固定方式治疗 Day II 型 CFDP 进行生物力学研究,结果表明,2 枚空心螺钉固定髂骨加 1 枚骶髂螺钉固定骶髂关节较前路双钢板固定更稳定。然而 C 形臂 X 线机下置钉需要丰富的经验,而且在骶骨畸形、病态肥胖及腹腔大量气体的情况下螺钉错位的风险较高<sup>[15, 16]</sup>。本研究使用导航技术能够提供实时多维手术图像,清楚显示手术部位骨性结构,使手术视野可视化,提高置钉精准性,减少术中透视次数,为微创手术的开展应用创造了有利条件<sup>[17]</sup>。

2016 年 Shui 等<sup>[13]</sup>提出骶髂螺钉联合 1~2 枚髂骨后螺钉治疗 Day II 型 CFDP,并取得满意疗效。2018 年袁毅等<sup>[9]</sup>提出采用 2 枚髂骨后螺钉固定新月形骨折块,未固定骶髂关节。Day II 型 CFDP 由侧方应力所致,髂骨发生骨折同时还伴骶髂关节脱位。本研究所有患者均固定骶髂关节,通过 Mimic 17.0 软件术前模拟置钉,选择合适置钉点及置钉方向。根据新月形骨折线位置,可采用(1~2 枚)LC-II 螺钉或髂

骨后螺钉(呈“八”字形)固定新月形骨折块。本研究在导航下置入骶髂螺钉、LC-II 螺钉及髂骨后螺钉,避免了连续的 C 形臂 X 线机透视,减少患者及术者的辐射损伤,同时极大降低了血管、神经损伤的风险<sup>[18]</sup>。本研究结果进一步证实,导航下置钉,不仅有助于降低置钉难度,提高置钉准确率,减少手术时间,还能降低患者和医务人员的辐射损伤<sup>[19]</sup>。

术中需注意以下几点:(1)髂骨后螺钉及 LC-II 螺钉置入点应偏内侧,且尽量完全置入骨内,避免漏出过多导致术后螺钉处皮肤疼痛或不适;(2)3D 导航下置钉存在导航图像“漂移”的情况,早期采用导航+透视双重监测来确保置钉安全。为了避免“漂移”发生,应使用束缚带将患者固定于手术台,且术中严禁更换体位及触摸参考架;(3)Day II 型 CFDP 因侧方挤压伤所致,多伴有骨盆前环骨折。应先仰卧位固定前环,可部分纠正髂骨内旋移位,再经俯卧位固定骨盆后环,有利于后侧的骶髂关节复位。

综上所述,导航下经皮空心螺钉治疗 Day II 型 CFDP 具有放射损害低、置钉精准、骨折复位满意及功能恢复良好等优点。

### 参考文献

[1] Day AC, Kinmont C, Bircher MD, et al. Crescent fracture-dislocation of the sacroiliac joint: A functional classification [J]. J Bone Joint Surg Br, 2007, 89-B (5): 651-658.

- [2] Calafi LA, Roult ML. Posterior iliac crescent fracture–dislocation: What morphological variations are amenable to iliosacral screw fixation [J]. *Injury*, 2013, 44 (2) : 194–198.
- [3] Trikha V, Singh V, Kumar VS. Anterior fracture dislocation of sacroiliac joint: A rare type of crescent fracture [J]. *Indian J Orthop*, 2015, 49 (2) : 255–259.
- [4] Zong Z, Chen S, Jia M, et al. Posterior iliac crescent fracture–dislocation: Is it only rotationally unstable [J]. *Orthopedics*, 2014, 37 (5) : 435–440.
- [5] Xiang G, Dong X, Jiang X, et al. Comparison of percutaneous cross screw fixation versus open reduction and internal fixation for pelvic Day type II crescent fracture–dislocation: case–control study [J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16 (1) : 36.
- [6] 冯永增, 董效禹, 项光恒, 等. 微创经皮交叉螺钉内固定治疗 Day II 型骨盆新月形骨折脱位的临床疗效研究 [J]. *中国现代医生*, 2020, 58 (34) : 80–84.
- [7] 李明, 陈剑明, 姜耀国, 等. 髋臼横向双柱螺钉内固定治疗骨盆新月形骨折 [J]. *中华创伤杂志*, 2016, 32 (8) : 688–694.
- [8] 水小龙, 翁益民, 冯永增, 等. 经皮螺钉内固定治疗骨盆后方新月形骨折脱位 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2015, 17 (11) : 921–925.
- [9] 袁毅, 王涛, 袁俊, 等. 经皮空心螺钉内固定术治疗 Day II 型骨盆新月型骨折 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2018, 32 (2) : 139–144.
- [10] Starr AJ, Walter JC, Harris RW, et al. Percutaneous screw fixation of fractures of the iliac wing and fracture–dislocations of the sacroiliac joint (OTA types 61–B2.2 and 61–B2.3, or Young–Burgess “lateral compression type II” pelvic fractures) [J]. *J Orthop Trauma*, 2002, 16 (2) : 116–123.
- [11] Florio M, Capasso L, Olivi A, et al. 3D – Navigated percutaneous screw fixation of pelvic ring injuries – a pilot study [J]. *Injury*, 2020, 51: S28–S33.
- [12] Ghisla S, Napoli F, Lehoczy G. Posterior pelvic ring fractures: Intraoperative 3D–CT guided navigation for accurate positioning of sacro–iliac screws [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2018, 104 (7) : 1063–1067.
- [13] Shui X, Ying X, Mao C, et al. Percutaneous screw fixation of crescent fracture–dislocation of the sacroiliac joint [J]. *Orthopedics*, 2015, 38 (11) : e976–982.
- [14] Cai L, Zhang Y, Zheng W, et al. A novel percutaneous crossed screws fixation in treatment of Day type II crescent fracture – dislocation: A finite element analysis [J]. *J OrthopTransl*, 2020, 20 (1) : 37–46.
- [15] Boudissa M, Roudet A, Fumat V, et al. Part I: Outcome of posterior pelvic ring injuries and associated prognostic factors – a five–year retrospective study of one hundred and sixty five operated cases with closed reduction and percutaneous fixation [J]. *Int Orthop*, 2020, 44 (6) : 1209–1215.
- [16] Zwingmann J, Konrad G, Mehlhorn AT, et al. Percutaneous iliosacral screw insertion: malpositioning and revision rate of screws with regards to application technique (navigated vs. conventional) [J]. *J Trauma*, 2010, 69 (6) : 1501–1506.
- [17] 王小阵, 汪国栋, 孟乘飞, 等. ISO–C3D 导航下经皮骶髂关节螺钉内固定治疗骨盆后环损伤的临床研究 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2016, 30 (11) : 1338–1343.
- [18] Chui KH. Three– dimensional navigation– guided percutaneous screw fixation for nondisplaced and displaced pelvi– acetabular fractures in a major trauma centre [J]. *Int Orthop*, 2018, 42 (6) : 1387–1395.
- [19] 王小阵, 汪国栋, 孟乘飞, 等. 三维图像导航与 C 形臂 X 线机透视下经皮螺钉内固定治疗骶髂关节复合体损伤的比较研究 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25 (12) : 1062–1066.

(收稿:2022–09–20 修回:2023–04–07)  
(同行评议专家: 孟乘飞, 鲁齐林)  
(本文编辑: 郭秀婷)